

# IMPLEMENTASI MANAGEMENT BANDWIDTH DAN TRANSPARENT PROXY MENGUNAKAN MIKROTIK PADA PUSAT LAYANAN INTERNET KECAMATAN MAJALAYA KARAWANG

Firdhy Ramadhan Prayogo<sup>1</sup>

Yahdi Siradj<sup>2</sup>

Setia Juli Irzal Ismail<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Fakultas Ilmu Terapan - Telkom University  
<sup>1</sup>firdhyprayogo@gmail.com    <sup>2</sup>yahdi@tass.telkomuniversity.ac.id    <sup>3</sup>jul@tass.telkomuniversity.ac.id

---

## Abstrak

Pusat Layanan Internet Kecamatan merupakan sebuah program dari pemerintah yang dijalankan oleh DEPKOMINFO dengan mendirikan sebuah layanan internet pada setiap kecamatan. Dalam pelaksanaannya terdapat hambatan yaitu jumlah user dengan aktifitas yang berbeda sehingga bandwidth yang disediakan kurang mencukupi. Masalah ini dapat di atasi dengan Mikrotik menggunakan fungsi bandwidth management, dan juga Transparent Proxy. Bandwidth management yang di lakukan akan membagi aktifitas berdasar 3 kategori yaitu: Gaming, browsing, streaming dan download. Fungsi Proxy akan menggunakan cache yang berfungsi untuk menyimpan file sementara, dan juga proxy di fungsi kan untuk menjadi filter terhadap browser sehingga aman untuk user di karenakan tidak dapat membuka situs yang bersifat negatif.

**Kata kunci:** *Bandwdith Management, Transparent Proxy, Mikrotik, Squid.*

---

## Abstract

*District Internet Service Center is a program of the government that is run by DEPKOMINFO to establish an internet service in each district. In its implementation there are obstacles that the number of users with different activities so that the bandwidth provided insufficient, this problem could be solved using Mikrotik bandwidth management functions, as well as a Transparent Proxy, bandwidth management will be undertaken will be split based on the activity of 3 categories: Gaming , browsing, streaming and downloading. Proxy will use the cache function that serves to store temporary files, and also a proxy in the function to be a filter to the browser that is safe for the user in because can not open the site that has negative content.*

**Keywords:** *District Internet Service Center, Bandwdith Management, Transparent Proxy, Mikrotik, Squid.*

---

## 1. Latar Belakang

Pusat Layanan Internet Kecamatan merupakan sebuah program dari pemerintah yang dijalankan oleh DEPKOMINFO dengan mendirikan sebuah layanan pada setiap kecamatan, di kabupaten Karawang. Pada mulanya layanan yang diberikan oleh DEPKOMINFO berupa koneksi berbasis satelit dan bantuan pc berjumlah 6 buah, yang terdiri dari 5 client dan 1 server. Dan semakin berkembangnya kebutuhan user maka diadakan penambahan client pc menjadi 14 buah. Namun dengan bertambahnya jumlah user dengan aktifitas yang berbeda-beda, DEPKOMINFO mengganti dengan jaringan kabel. Namun, permasalahan tidak sampai disini saja, jaringan kabel pun akhirnya tidak cukup untuk menangani aktifitas user yang mencakup browsing, streaming, download. E-Learning dan Gaming. Maka terjadilah permasalahan yaitu timbulnya Delay pada jaringan.

Oleh sebab itu diperlukan sebuah solusi untuk menangani hal tersebut, yaitu dengan Mikrotik dengan melakukan fungsi bandwidth management. Dan menggunakan Squid proxy dengan fungsi caching dan filtering.

Pada proyek akhir ini dibangun Mikrotik Router yang berfungsi sebagai bandwidth manager untuk menangani permasalahan pada Pusat Internet Kecamatan Majalaya Kabupaten Karawang.

Mikrotik yang akan dibangun dapat melakukan bandwidth management terhadap streaming, download, browsing, dan gaming. Transparent Proxy diharapkan dapat melakukan filter dan melakukan penyimpanan cache sehingga browsing dan streaming dapat dioptimalkan dan website yang tidak di inginkan dapat terblokir.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Mikrotik

Mikrotik merupakan [1] sebuah Vendor perangkat jaringan yang berbasis di negara Latvia dan menyediakan produk berupa routeboard, access point, switch dan perangkat jaringan lainnya, tiap perangkat pada mikrotik mempunyai tingkat lisensi dan sistem operasi yang berbeda sesuai dengan fungsionalitas nya.



Gambar 1 Logo Mikrotik [www.mikrotik.com]

Dan bentuk mikrotik juga ada yang berbentuk router, dan biasa disebut dengan routerboard, yang biasanya sudah memiliki sistem operasi dan lisensi dengan fungsi sendiri.



Gambar 2 Logo Mikrotik [www.mikrotik.com]

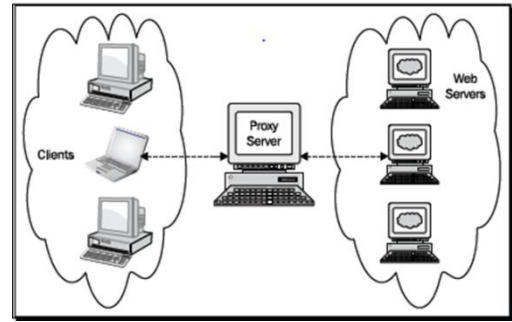
## 2.2 Mikrotik Firewall

Mikrotik Firewall merupakan [2] sebuah fitur pada mikrotik yang dapat melakukan filter, berdasarkan port atau ip address berdasar dari sumber maupun tujuan. Dalam implementasinya mempunyai fungsi dan fitur berikut :

- Layer-7 protocol detection
- Port dan port range
- IP Protocol
- IP address dan type address
- Sumber Mac Address

## 2.3 Proxy Server

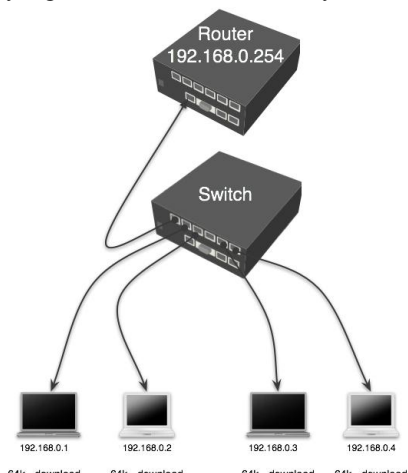
Proxy Server merupakan [3] sebuah sistem komputer yang berada di antara client yang meminta sebuah document web dengan target server yang menyediakan document. Atau dengan kata lain proxy server sebagai fasilitator dalam komunikasi antara client dan server target tanpa memodifikasi permintaan ataupun balasan. Dengan fungsi Filter ataupun caching.



Gambar 3 cara kerja squid server

## 2.4 PCQ ( Per Connection Queue)

PCQ ( Per Connection Queue ) merupakan [4] sebuah proses antrian yang bisa digunakan secara dinamis untuk multiple user dengan jumlah bandwidth yang merata sesuai dengan queue. Cara kerja metode PCQ ( Per Connection Queue ) metode ini tidak bisa berdiri sendiri dan harus dibarengi dengan Simple Queue ataupun Queue Tree pada mikrotik, tugas dari metode PCQ ini membagi rata bandwidth yang telah di batasi sebelumnya.



Gambar 4 Cara kerja PCQ [wiki.mikrotik.com/PCQ]

## 2.5 Management Bandwidth

Management Bandwidth merupakan [5] sebuah istilah yang ditujukan untuk melakukan kontrol terhadap antrian paket, dan melakukan kontrol terhadap traffic jaringan sehingga bandwidth yang digunakan menjadi lebih optimal dan performa jaringan lebih terjamin . dalam management bandwidth ada 2 buah tolak ukur yaitu.

- CIR (Committed Information Rate)

CIR atau Committed Information Rate adalah kecepatan yang akan didapatkan saat keadaan terburuk. Jadi saat jaringan penuh, kita masih mendapatkan jaminan speed atau kecepatan sebesar yang ditetapkan dalam CIR. Dalam mikrotik biasanya berupa Limit At dalam rule queue. Misal jaringan internet kita mendapatkan CIR 256 kbps,

berarti kita akan mendapatkan bandwidth minimal 256 kbps dalam kondisi terburuk. Jaringan sibuk biasanya terjadi pada jam kantor seperti jam 08.00 - 12.00 dan jam 13.00- 18.00.

## 2. MIR (Maximum Information Rate)

MIR atau Maximum Information Rate adalah maksimum kecepatan/speed yang akan kita dapatkan saat jaringan tidak sibuk. Misal MIR jaringan internet kita adalah 1 Mbps, berarti kita akan mendapatkan kecepatan atau speed maksimal 1 Mbps saat jaringan internet di provider kita tidak sibuk. Jaringan tidak sibuk biasanya pukul 19.00 - 07.00, waktu inilah yang baik kita gunakan untuk mendapatkan speed yang maksimal mendekati MIR.

## 2.6 Mangle

*Mangle* merupakan [6] sebuah fitur pada mikrotik yang berfungsi untuk menandai ip maupun *port* secara khusus yang digunakan *router* untuk memodifikasi paket sesuai dengan informasinya. Dalam *mangle* terdapat berbagai macam menu diantaranya.

### 1. Filter.

Dalam menu ini melakukan fungsi dari paket filtering dan menyediakan fungsi dari *security* untuk aliran data, baik dari ataupun menuju *router*. Bersama dengan NAT yang secara langsung terpasang dalam *router* itu sendiri sebagai penyaring dari lalu lintas data menuju keluar jaringan. Dalam penerapannya ada beberapa *chain* yang biasa di gunakan pada proses penerapan *rule* diantaranya adalah.

- a. Input : digunakan untuk melakukan proses paket yang masuk kedalam user melalui salah satu *interface* dengan ip. Paket yang lewat tidak di proses melalui *rule* input dari *chain*.
- b. Forward : digunakan untuk melakukan proses yang melalui *router*
- c. Output : digunakan untuk melakukan proses yang akan meninggalkan *router* yang berasal dari salah satu *interface*.

### 2. NAT.

Network Address Translation adalah sebuah internet standard yang

mengijinkan host dalam local area network untuk menggunakan ip address untuk berkomunikasi dengan jaringan eksternal. Ada dua buah tipe NAT yaitu.

- a) **source NAT atau srcnat** : tipe NAT ini bekerja dengan cara merubah private ip address menjadi sebuah public ip address baru, begitupun sebaliknya dari arah lainnya.
- b) **destination NAT atau dstnat**. NAT ini bekerja pada paket yang ditujukan pada jaringan NAT, biasa digunakan agar user bisa diakses melalui jaringan internet, atau untuk melakukan penempatan ulang dari tujuan NAT, berdasarkan IP, Port baik dari sumber maupun tujuan.

### 3. Mangle.

*Mangle* berfungsi sebagai penanda paket untuk pemrosesan selanjutnya dengan tanda khusus. Dalam *mangle* terdapat beberapa *chain* diantaranya adalah.

- a. prerouting :Pre routing artinya koneksi yang akan masuk *router* tidak peduli dari mana/tergantung setting *mangle* in *interface*)koneksi ini akan diproses dalam *router*, bisa proses pembelokan ke proxy external, bisa filtering port.
- b. postrouting :Postrouting adalah koneksi yang akan keluar *router* setelah terjadi proses di dalam *router*.

### 4. Address list.

Address list merupakan menu pada *mangle* yang berfungsi untuk memasukkan alamat untuk dibuat rentetan list untuk pemrosesan selanjutnya, baik digunakan dalam filter, *mangle*, NAT dan lainnya.

### 5. Connection.

Connection merupakan menu pada *mangle* yang berfungsi untuk menunjukkan beberapa koneksi pada client baik yang sudah ditandai maupun belum akan ditampilkan pada menu ini.

### 6. Layer 7 protocol.

Layer 7 protocol berfungsi untuk melakukan pengambilan data sesuai dengan identifikasi yang diberikan dimulai dari size atau ekstensi file yang akan digunakan.

## 2.7 Delay

Delay merupakan [7] rentang waktu yang dibutuhkan dalam pengiriman paket antara pengirim dengan tujuan standarisasi delay menurut ITU dapat dilihat secara lengkap pada tabel 1.

Tabel 1 Standar Delay Berdasarkan ITU G.114

Delay ( ms )	Kualitas
0 – 150	Baik
150 – 400	Cukup, masih dapat diterima
> 400	Buruk

Sedangkan dari sisi reaksi dari user sendiri ada beberapa kategori delay yang tidak dapat diterima oleh user dengan beberapa alasan tersendiri hal ini dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Respon User

Delay (ms)	Respon User
500 ms	a. Tidak dapat diterima oleh user b. Player tidak dapat melakukan control c. Aksi dan reaksi tidak sesuai
200 ms	a. Masih bisa terkontrol b. Aksi dan reaksi tetap tidak sesuai
100 ms	a. Masih bisa diterima b. Tetapi respon player dalam game masih terjadi jeda
50 ms	a. Aksi dan reaksi sesuai b. Respon user dalam game dapat di terima

## 2.8 Queue

Dalam Queue terdapat dua buah Queue dengan fungsi yang berbeda yaitu.

### 1. Simple Queue

Simple Queue biasa digunakan untuk Qos dalam bentuk.

- Peer-to-peer traffic queuing
- Menerapkan aturan queue pada interval waktu yang dipilih.
- Prioritas.

- Menggunakan multiple packet marks dari /ip firewall mangle.
- Shaping (scheduling) dari bidirectional traffic (sebagai limit untuk total dari upload dan download).

Biasanya Simple queue mempunyai bagian yang penting dalam konfigurasinya yaitu.

### a. target-addresses

biasa dipilih berdasarkan IP maupun netmask, berisi ip address range yang akan diberikan limit oleh queue ini.

### b. interface

identitas dari interface target yang terhubung dengan. Sangat berguna ketika ada beberapa alamat target yang tidak dapat dicapai hanya dengan melalui target addresses.

## 2. Queue Tree

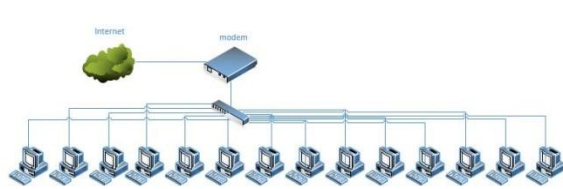
Dalam queue Tree lebih banyak pilihan konfigurasi yang dapat dilakukan, dalam melakukan konfigurasi queue tree terdapat beberapa menu yang harus terlebih dahulu diketahui fungsinya, diantaranya.

- parent (Nama dari parent) biasa digunakan sebagai parent dari child queue yang telah dibuat sebelumnya. Digunakan untuk memastikan traffic sampai dengan child queues, parent ini akan menangkap semua traffic yang dibutuhkan oleh child queue.
- priority (Range 1-8) Prioritas dari child queue terhadap queue lainnya. Biasa digunakan untuk mendapatkan prioritas tinggi terhadap max-limit.
- queue Pilihan dari type queue baik download maupun upload biasa dibuat dalam menu queue type.
- limit-at normal upload/download data rate yang diberi garansi terhadap target.
- max-limit maksimal upload / download data rate yang diijinkan untuk sebuah target.
- burst-limit maksimal upload / download data rate yang bisa dicapai ketika burst sedang aktif.
- burst-time waktu yang dibutuhkan dalam satuan detik upload dan download data rate yang telah dihitung.
- burst-threshold ketika data rate berada dibawah value ini maka burst akan diizinkan, value ini

harus berada diatas value limit-at dan max-limit.

### 3. Analisis dan Perancangan

#### 3.1 Gambaran Sistem Saat Ini

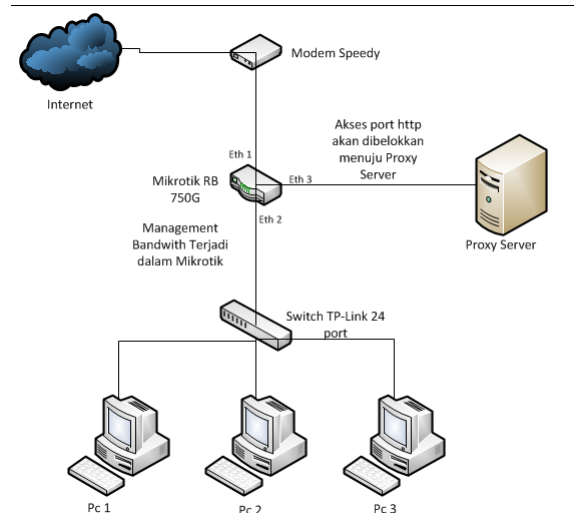


Pada saat ini pusat layanan internet kecamatan mempunyai 14 client dengan kondisi. Dan juga menggunakan koneksi Speedy 3 Mbps dengan 1 billing pc terhubung dengan modem dan tidak berbeda subnet. Aktivitas user adalah streaming, download, browsing, dan gaming. Tanpa ada paket yang berbeda sehingga terkadang dalam 1 client bisa melakukan aktivitas itu secara bersamaan sehingga menimbulkan delay pada client lainnya.

Berdasarkan Gambaran sistem yang ada saat ini terjadi permasalahan diantaranya, delay ketika ada user yang menjalankan tiga aktivitas sekaligus yaitu browsing streaming dan gaming. Akibatnya mengganggu aktivitas browsing dan streaming. Dari hasil pengamatan ternyata streaming dan download yang sering dibuka adalah hanya beberapa layanan tertentu. Permasalahan lainnya adalah masih banyaknya situs yang tidak terblokir oleh Nawala Project, Sementara 75% user adalah anak dibawah umur.

#### 3.2 Sistem Usulan

Dari permasalahan yang terjadi, tentunya dibutuhkan solusi untuk menanganinya. Berikut ini merupakan solusi yang digunakan untuk menangani permasalahan tersebut. Untuk menyelesaikan permasalahan *bandwidth management*, akan diimplementasikan *bandwidth management* dengan mikrotik menggunakan Metode *PCQ*. Untuk permasalahan akses *website* akan menggunakan squid *proxy* dengan fungsi *filter* per kata atau dengan list *website*. Untuk menghemat *bandwidth browsing* dan *streaming* akan digunakan squid *proxy* dengan fungsi *cache*.



Gambar 6 Topologi usulan

Bandwidth Management yang akan diimplementasikan menyangkut 3 segment ip yang berbeda dan mikrotik beserta server squid proxy, subnet ip menuju client akan menjadi 192.168.2.0/24, menuju proxy dengan subnet 192.168.3.0/24, dan menuju modem sesuai gateway modem nya yaitu 192.168.1.254.

#### 3.3 Analisis Kebutuhan Sistem

Dalam implementasi *bandwidth management* ini disesuaikan dengan permintaan dari pengelola pusat layanan internet kecamatan majalaya, baik dari segi biaya maupun resource yang tersedia.

Adapun sistem yang mampu disediakan oleh pusat layanan internet kecamatan majalaya adalah adalah:

- Mikrotik Routerboard dengan *port* minimal 5 buah.
- Server yang dapat memenuhi sistem requirement dalam menjalankan sistem operasi Ubuntu.
- Koneksi dengan minimal rating B berdasarkan speedtest.net.

*Bandwidth management* dapat dilakukan hanya dengan mikrotik routerboard saja, sebenarnya dalam mikrotik sendiri telah terdapat fitur *proxy*, namun dikarenakan memori dari mikrotik yang tidak memadai maka dilakukan penambahan dengan membuat server squid *proxy* yang lebih lengkap dari hal *filtering* dan lebih leluasa dalam hal *caching*. Dalam penelitian ini, dibutuhkan beberapa perangkat keras dan perangkat lunak yang akan menunjang implementasi

#### 3.4 Kebutuhan Perangkat Keras

Dalam pengerjaan penelitian ini, digunakan perangkat keras dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 3 Kebutuhan Perangkat Keras

Jenis	Jumlah	Keterangan
Server	1	HP ProLiant DL320eG8-422; Intel Xeon E31240 v2 (8M chace, 3.40Ghz)
Router	1	Mikrotik RB750G
Client	14	Intel Dual Core 3.0. Ram 2 Gb. Motherboard Asus. VGA onboard 256 MB
Switch	1	TP-Link 24 Port, 10/100

### 3.4 Kebutuhan Perangkat Lunak

Berikut merupakan spesifikasi perangkat lunak yang digunakan :

Tabel 4 Kebutuhan Perangkat Lunak

Jenis	Versi	Keterangan
Squid Proxy	2.7	Squid-cache.org
Winbox	3.0	mikrotik.com

### 3.5 Langkah Pengerjaan

Dalam pengerjaan implementasi *bandwidth management* dan *transparent proxy* pada pusat layanan internet kecamatan majalaya kabupaten karawang, penulis mempunyai beberapa langkah langkah pengerjaan. Diantaranya adalah :

1. Melakukan Installasi jaringan dasar.
2. Melakukan Konfigurasi dasar mikrotik.
3. Installasi Ubuntu Server 13.10 pada server
4. Installasi Packet Squid proxy pada server.
5. Konfigurasi Squid Proxy
6. Konfigurasi *Mangle* dan *7 layer Osi* pada mikrotik
7. Konfigurasi *Queue Tree* dan *PCQ*.

### 3.6 Rencana Pengujian

Dalam proses pengujian dalam implementasi ini akan di lakukan beberapa skenario yang akan disajikan, adapun skenario tersebut antara lain :

1. Melakukan perbandingan antara mikrotik berdiri sendiri tanpa squid proxy dengan mikrotik ditambah squid proxy.
2. Melakukan uji coba *download limitation* sesuai dengan rule, apabila berhasil download tidak akan melebihi bandwidth limitation rule.
3. Melakukan uji coba *traffic* dengan *stress tools* apakah *rule* tersebut akan tertembus atau akan tetap stabil, bila *rule* stabil kemungkinan rule akan berjalan normal.

4. Melakukan uji coba *filtering by word* atau dengan *by website list*.

5. Melakukan uji coba stabilitas *game ping* ketika ada *user download* dan *browsing*.

6. Uji coba *cache proxy* dengan membuka secara bersamaan video atau website yang biasa sering di buka user.

### 4. Pengujian

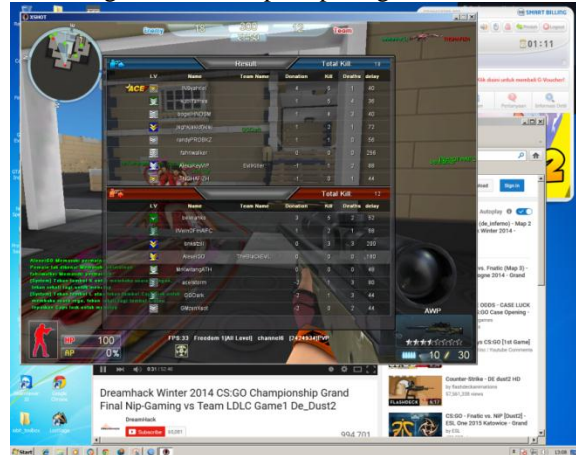
Dalam pengujian sistem dibuat menjadi beberapa bagian yaitu :

1. Pengujian stabilitas ping game.
2. Pengujian limitasi download.
3. Pengujian filter web .
4. Pengujian cache proxy.

Pengujian dilakukan dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah dilakukan pemasangan sistem. Adapun Pengujian secara terperinci sebagai berikut.

#### 4.1 Pengujian stabilitas ping game

Pengujian dilakukan dalam salah satu game online yang biasa di mainkan oleh user, sementara user tersebut sedang bermain ada user lain yang melakukan aktifitas browsing, download, dan streaming. Sebelum sistem terpasang hal tersebut dapat menyebabkan ping tinggi pada user yang bermain game online seperti pada gambar 7.



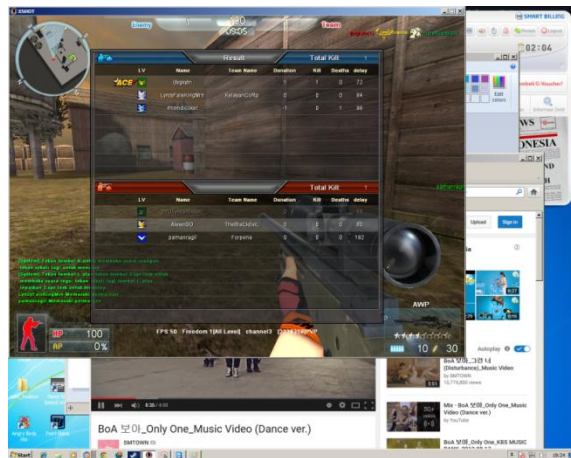
Gambar 7 Sebelum sistem terpasang

Pada gambar 7 user mengalami delay diluar batas wajar yaitu diatas 100 ms, user mengalami delay tersebut dikarenakan membuka youtube secara bersamaan dengan bermain game online. Hal tersebut dapat diatasi dengan pemasangan sistem mikrotik dengan fungsi manajemen bandwidth. Dilihat dari sistem setelah terpasang dapat di lihat connection pada menu ip untuk melihat port dari



game yang di mainkan user sudah terdaftar ataukah belum. Hal ini dapat dilihat pada gambar 8.

Gambar 8 Connection

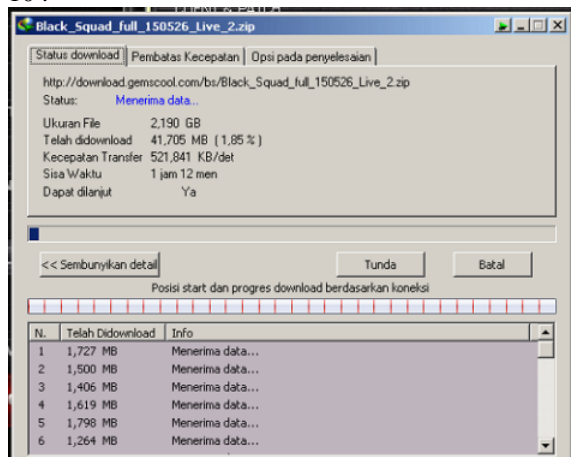


Gambar 9 Ping client setelah penerapan sistem

Pada gambar di atas user mengalami delay hanya 62 ms, ping tersebut membuat user lancar dalam bermain game. Sementara user tersebut melakukan streaming youtube dan ada 14 user lainnya sedang melakukan aktifitas baik browsing maupun download.

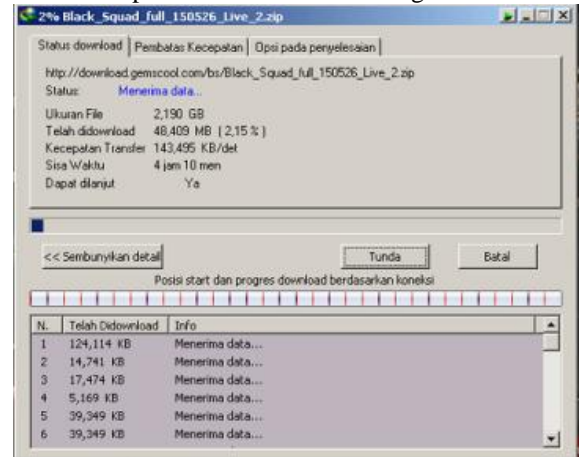
## 4.2 Limitasi Download

Limitasi download termasuk sangat penting, karena terkadang dalam suatu jaringan. Download bisa sampai mengambil seluruh bandwidth yang tersedia bila tidak dilakukan management bandwidth. Seperti yang terjadi pada pusat layanan internet kecamatan majalaya karawang, ketika ada user yang melakukan download semua bandwidth yang tersedia langsung menuju user tersebut. Hal ini terjadi seperti gambar 10.



Gambar 10 Download sebelum

Dalam gambar 10 terlihat semua bandwidth yang tersedia diambil oleh user tersebut, terutama apabila user tersebut menggunakan internet download manager. Hal tersebut dapat diatasi dengan sistem management bandwidth dengan melakukan limitasi download setelah diberlakukan management bandwidth pada mikrotik adalah sebagai berikut.



Gambar 11 Download Sesudah

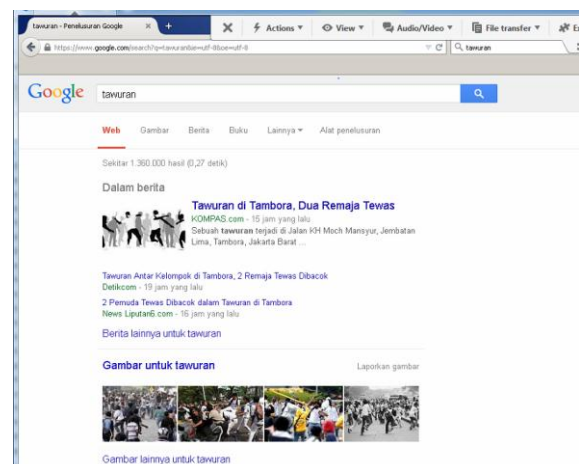
Pada gambar diatas terlihat throughput yang di dapatkan oleh user tidak dapat melewati batas yang telah diterapkan di dalam mikrotik. Untuk memastikan rule mikrotik aktif atau tidak bisa dilihat pada queue tree bagian limit download. Seperti gambar di bawah ini.

1.2 HTTP...	global-out	3072k 1541.7 ...	0 B	17.5 GB	20 494 ...
1.3 BR...	1.2 HTTP-DO...	1024k 0 bps	0 B	4404.7 ...	4 419.8 ...
1.4 U...	1.2 HTTP-DO...	1536k 1541.7 ...	0 B	13.2 GB	16 074 ...

Gambar 12 Limit Download

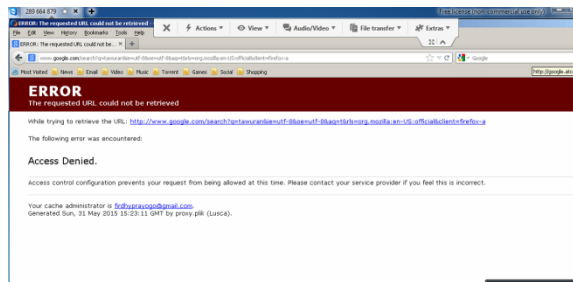
## 4.3 Filter Web

Saat ini pemerintah mempunyai nawala project yang bertugas untuk melakukan blok terhadap situs yang kurang baik bagi pengguna, baik yang di bawah umur maupun dewasa, namun masih ada beberapa situs yang tidak terblokir oleh proyek pemerintah tersebut.



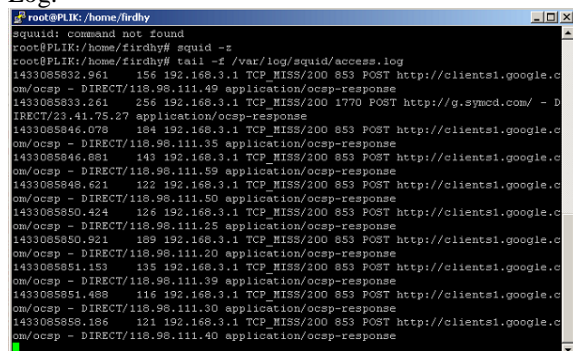
Gambar 13 Situs Kurang Baik

Setelah dilakukkan blokir dapat dilihat pada gambar berikut.



#### 4.4 Pengujian Cache Proxy

Pengujian cache proxy dapat dilihat dengan mengetikkan perintah `tail -f /var/log/squid/access.Log`.



## 5. Kesimpulan dan Saran

## 5.1 Kesimpulan

Dari pengujian bab 4, dapat ditarik kesimpulan :

1. Game Mendapatkan Ping dibawah 100 ms ketika user yang lain melakukan download.
2. Download Dibatasi sesuai dengan aturan *Management Bandwidth*.
3. Web yang kurang baik terblokir oleh fungsi squid.
4. Cache melakukan penyimpanan data sementara yang menuju port 80.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan adalah mengenai store.url perlu lebih dikembangkan akan pemahaman agar paket tcp\_hit yang dapat dilakukan oleh fungsi cache pada proxy lebih banyak sehingga penyimpanan cache lebih cepat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Towidjojo, Mikrotik Kung Fu : Kitab 1, 2012: Jasakom, Jakarta.
- [2] strods, "wiki.mikrotik.com," mikrotik, 8 Agustus 2014. [Online]. Available: <http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:IP/Firewall/Filter>. [Accessed 5 Februari 2015].
- [3] K. Saini, Squid Proxy Server 3.1 Beginner Guide,

Birmingham: Pact, 2011.

- [4] Marisb, "MikroTik.com," MikroTik SIA, 3 Oktober 2014. [Online]. Available: [http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:Queues\\_-\\_PCQ\\_Examples](http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:Queues_-_PCQ_Examples). [Accessed 5 Februari 2015].
- [5] Z. Hadi, "lecturer.eepis-its.edu," [Online]. Available: <http://lecturer.eepis-its.edu/~zenhadi/kuliah/Jarkom2/Modul%206%20BW%20Management.pdf>. [Accessed 5 2 2015].
- [6] "www.mikrotik.com," Mikrotikls SIA, 4 November 2005. [Online]. Available: <https://www.mikrotik.com/testdocs/ros/2.9/ip/Mangle.php>. [Accessed 5 Februari 2015].
- [7] C. Lewis and S. Pickavance, *Selecting MPLS VPN Services*, Indianapolis: Cisco Press, 2006.
- [8] "wikipedia.org," wikipedia.org, [Online]. Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/MikroTik>. [Accessed 5 Februari 2015].
- [9] "mikrotik.co.id," mikrotik indonesia, [Online]. Available: [http://mikrotik.co.id/produk\\_lihat.php?id=255](http://mikrotik.co.id/produk_lihat.php?id=255). [Accessed 5 Februari 2015].